ANC

http://www.ancplongee.fr

Première approche d'une désaturation sécurisée

UTILISATION DES TABLES MN90

Niveau 2

Jean-Baptiste BRON – Février 2008

Sommaire

« Rappel » courbe de sécurité ____ *3*

I - Les tables, qu'est-ce que c'est ? ____ *4*

I.a Historique, découverte des conséquences de l'exposition ____ **4**

I.b Etablissement des tables ____ **4**

I.c Présentation des tables MN90 ____ **5**

II Comment utiliser les tables de plongée à l'air ? ____ *6*

II.a Conditions d'utilisation ____ **6**

II.b Plongée simple ____ **7**

Définition d'un profil de plongée carré ____ 7
Principe de planification (rappel du cours de physique) ____ 8
Paliers, DTR, heure de sortie et GPS ____ 8
Exercices d'application ____ 8
Tables ou ordinateurs ____ 9

II.c Plongées successives ____ **10**

Principe ____ 10
Utilisation des tableaux I & II ____ 11
Exercice d'application ____ 13
Principe de planification pour les curieux (rappel du cours de physique) ____ 14
Démonstration (non, ce n'est pas l'action d'enlever un monstre…) ____ 14
Planification et ordinateurs de plongée ____ 14

II.d Les profils Particuliers ____ **15**

Remontée lente ____ 15
Remontée rapide ____ 16
Rupture de palier ____ 19
Plongée consécutive ____ 21

III décompression avec d'autres gaz ou d'autres moyens (Chapitre à l'intention des curieux) ____ *22*

III.a L'utilisation de l'O2(Information) ____ **22**

O2 au palier ____ 22
Inhalation d'O2 en surface (information) ____ 23

III.b Cas du Nitrox (Information) ____ **24**

Principe ____ 24
Avantages/inconvénients ____ 24
Disponibilité ____ 25
Cours Nitrox ____ 25

III.c Je connais les tables mais je plonge avec un ordinateur ____ **26**

Principe de fonctionnement ____ 26
Principaux algorithmes ____ 27
« deep stop » ____ 27

Conclusion ____ *27*

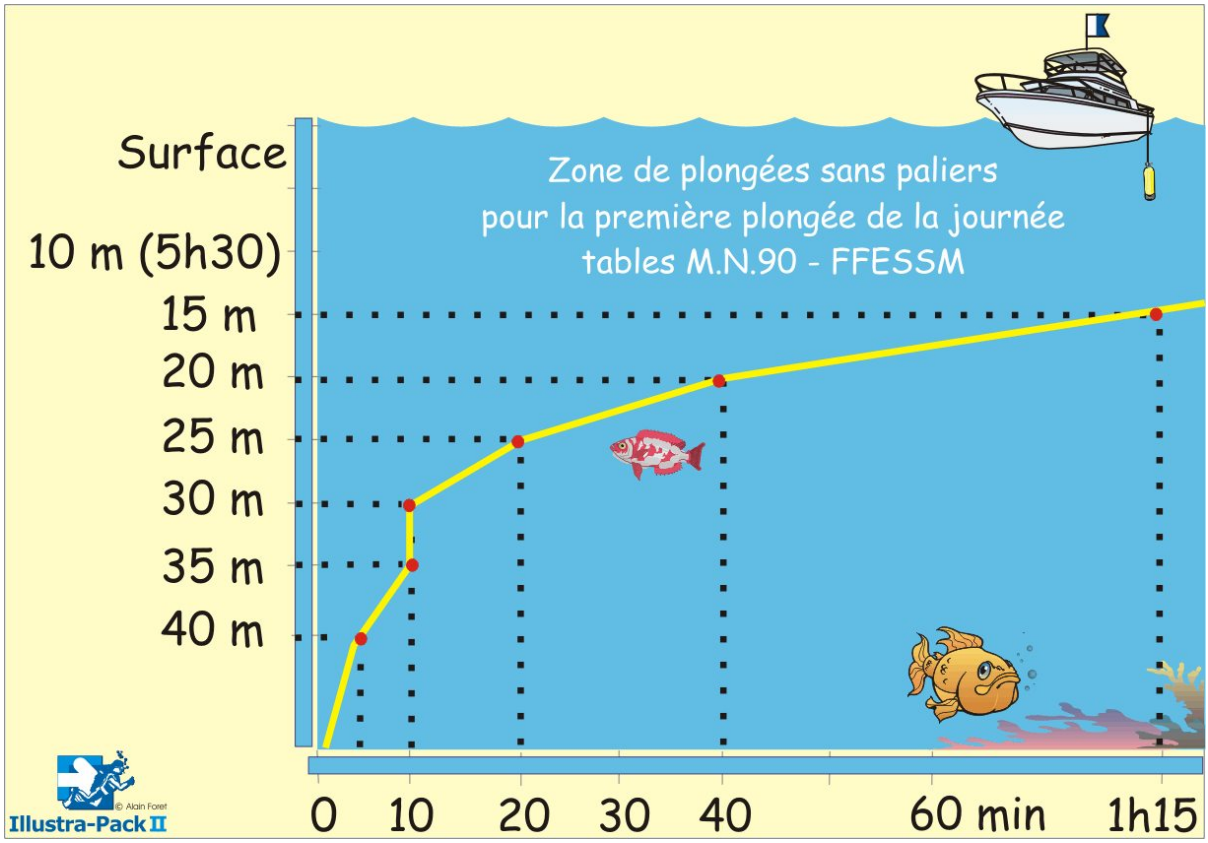
D'autres tables que les MN90 ____ **27**

Devenir des tables – les avancées de la recherche ____ **28**

Utilisation Tables/ Ordi, controverses et limites. ____ **28**

« Rappel » courbe de sécurité

La courbe de sécurité définit les rapports Temps /Profondeur au dessus desquels on peut interrompre une plongée sans effectuer de palier de sécurité.
Dans la mesure du possible, on veillera à rester au dessus de cette courbe de sécurité afin de ne pas s'exposer à des risques d'accidents de désaturation.



Si vous utilisez un ordinateur pour plonger, évitez autant que possible d'atteindre les paliers de désaturation. Vous pourrez donc plonger plus profond ou plus longtemps sans atteindre le palier. Si vous plongez ainsi, n'oubliez pas de respecter un palier de sécurité volontaire de trois minutes à trois mètres, même si votre ordinateur ne l'exige pas.

Si vous êtes amené à dépasser cette courbe de sécurité, tant sur le plan de la durée que de la profondeur, vous devrez alors respecter des paliers de désaturation tels que vous l'indiquent vos tables de plongée ou vos ordinateurs.

Ce cours a pour but de vous expliquer comment utiliser les tables de plongées à l'air de type MN90.

I - Les tables, qu'est-ce que c'est ?

I.a Historique, découverte des conséquences de l'exposition

Les relations entre exposition à la pression et résultats dommageables pour l'organisme exposé remontent au XVIIè siècle, où ***Robert Boyle*** en 1670 décomprime une vipère à l'aide d'une pompe à vide de son invention. Il remarque alors des bulles dans différentes parties de son anatomie et en particulier dans les yeux.
La révolution industrielle du XIXè siècle et son cortège de nouvelles techniques de construction (chantiers navals, mines, ponts, …) impose le travail à des pressions supérieures à celle subie à l'air libre et en surface.
Les premiers « pieds lourds » et les ouvriers tubistes font leur apparition, les accidents apparaissent !

Pied lourd de la marine française [1]

Maquette de tube[2]

Les premiers à parler d'accidents de décompression furent ***POL*** et ***WATELLE*** en 1845, ils publièrent leurs résultats dans leur « *Mémoire sur les effets de la compression de l'air appliquée au creusement des puits à houille* ». Mais ces travaux n'étaient pas liés à la plongée.

I.b Etablissement des tables

En 1861, après l'étude d'une série d'accidents, ***BUCQUOY*** met en évidence le principe de la saturation[3] (et de la désaturation). Il préconise alors une remontée lente pour prévenir les accidents.

En 1878, ***Paul BERT***, dans son ouvrage « La pression barométrique », après une longue série d'expériences montre les principes de l'accident de désaturation. Et en particulier :

- que l'on devait dissocier les effets de la pression de ceux de la décompression,
- les effets de l'oxygène sous pression et

[1] http://historic-marine-france.com/scaphandrier/scaphandrier.htm
[2] http://lesplongeurshistoire.site.voila.fr/
[3] Voir cours de physio et d'accidents

- que les accidents neurologiques et mortels des plongeurs étaient dus à des décompressions trop rapides.

Il est le premier à préconiser une remontée lente entrecoupée de paliers et conseille en ce qui concerne les scaphandriers de : « les décomprimer très lentement et de les maintenir un « bon » quart d'heure à moitié chemin » et lorsqu'ils reviennent d'une plongée à 4 atm de : « leur faire respirer de l'oxygène…aussitôt après leur retour à l'air libre » et conclue ainsi : « on ne paie qu'en sortant ! »…

En 1907, la Royal Navy demanda donc à l'un de ses physiologistes de renom, ***J.S. HALDANE***, de lui établir ces procédures, après des plongées à l'air, jusqu'à une profondeur de 200 pieds (65 mètres).[4]

J.S. Haldane

Des travaux de Haldane, découlèrent les tables Royal NAVY puis, pour la marine française les tables GERS65 en 1965 puis MN90 en 1990.
Il existe d'autres tables découlant des travaux de ***R. WORKMAN*** en 1965 sur les *M-VALUES*, les tables MT92 adoptées en 1992 par le Ministère du travail.
Ces tables, bien qu'utilisées par les plongeurs professionnels ne seront pas décrites dans ce cours.
Ce sont les tables MN90qui servent encore de référence à la plongée à l'air telle que décrite par la FFESSM.

I.c Présentation des tables MN90

La FFESSM publie une série de livres « Officiels » sur l'apprentissage de la plongée subaquatique. Ce sont les ouvrages de Plongée plaisir Niveau 1, 2, 3 et 4. Dans les ouvrages 2, 3 et 4, on trouve un mode d'emploi et une représentation officielle des tables FFESSM issues des tables de la marine nationale MN90, c'est celle là que nous allons utiliser dans ce cours. Elle est constituée d'un mode d'emploi, d'une table principale et de tableaux complémentaires.
En définitive, les tables de plongée sont un ensemble de tableaux, grâce auxquels, on peut connaître la profondeur et la durée des paliers à effectuer en fonction de la profondeur maximale atteinte lors de la plongée et de la durée de celle-ci avant la remontée.
Ces tables permettent de déterminer, après une plongée à une profondeur donnée et pendant une durée connue, la profondeur et la durée des paliers à effectuer pour se soustraire aux dangers de la plongée à décompression. Elles permettent aussi de planifier des plongées successives et indiquent les procédures à suivre lors de plongées particulières.

[4] http://fr.wikipedia.org/wiki/John_Scott_Haldane

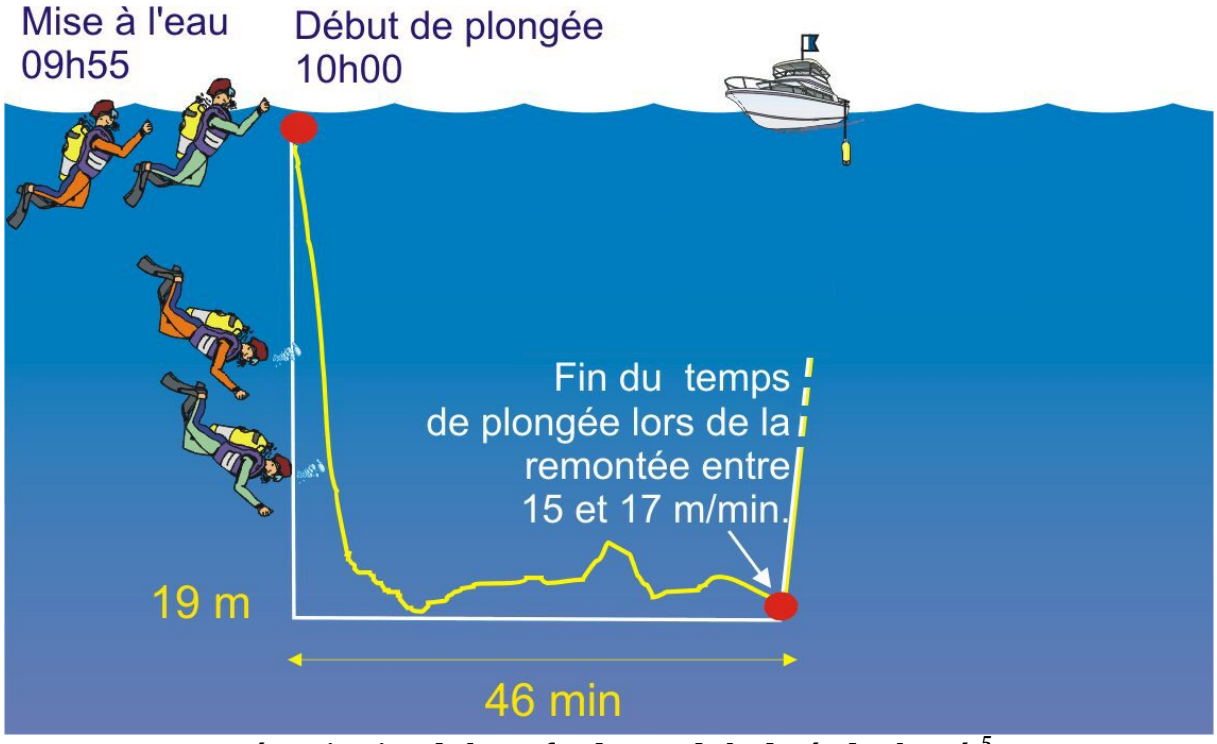
II Comment utiliser les tables de plongée à l'air ?

II.a Conditions d'utilisation

Les tables de plongée ont été conçues pour être utilisées dans un cadre bien précis, il s'agit de plonger en exerçant une activité physique modérée. Si la plongée a pour but la réalisation de travaux nécéssitant de gros efforts ou des efforts répétés, les tables MN90 ne sont plus adaptées.
Les tables N90 ont été calculées puis adaptées empiriquement pour pratiquer deux plongées par jour. Elles ont été validées sur un panel d'hommes jeunes et en état de santé irréprochable. Si votre état de santé ne semble pas correspondre à ce modèle, envisagez de réduire le nombre de plongées ou l'effort fourni en plongée.
Les ordinateurs « permettent » de faire plus de plongées quotidiennes. En fait, la vérité est qu'ils continuent à afficher des informations de désaturation après la seconde plongée quotidienne. Leurs tables n'ont pas été conçues pour trois ou quatre plongées quotidiennes.
Alors que l'on peut imaginer sans problème réaliser une troisième plongée en espace proche ou moyen, au cours de la journée, prolonger cette habitude ou l'amplifier avec une quatrième plongée ou plus, n'est pas raisonnable.
Quoi qu'il arrive, on devrait respecter quelques règles simples :

- Pas de plongée le jour d'arrivée sur le site de villégiature
- Pas de plongée 24 h avant de prendre l'avion
- Une pause « culturelle » par semaine lors du séjour de plongée.

Les tables donnent la profondeur et la durée des paliers à respecter en fonction de la profondeur et de la durée de la plongée pratiquée.



Détermination de la profondeur et de la durée de plongée[5]

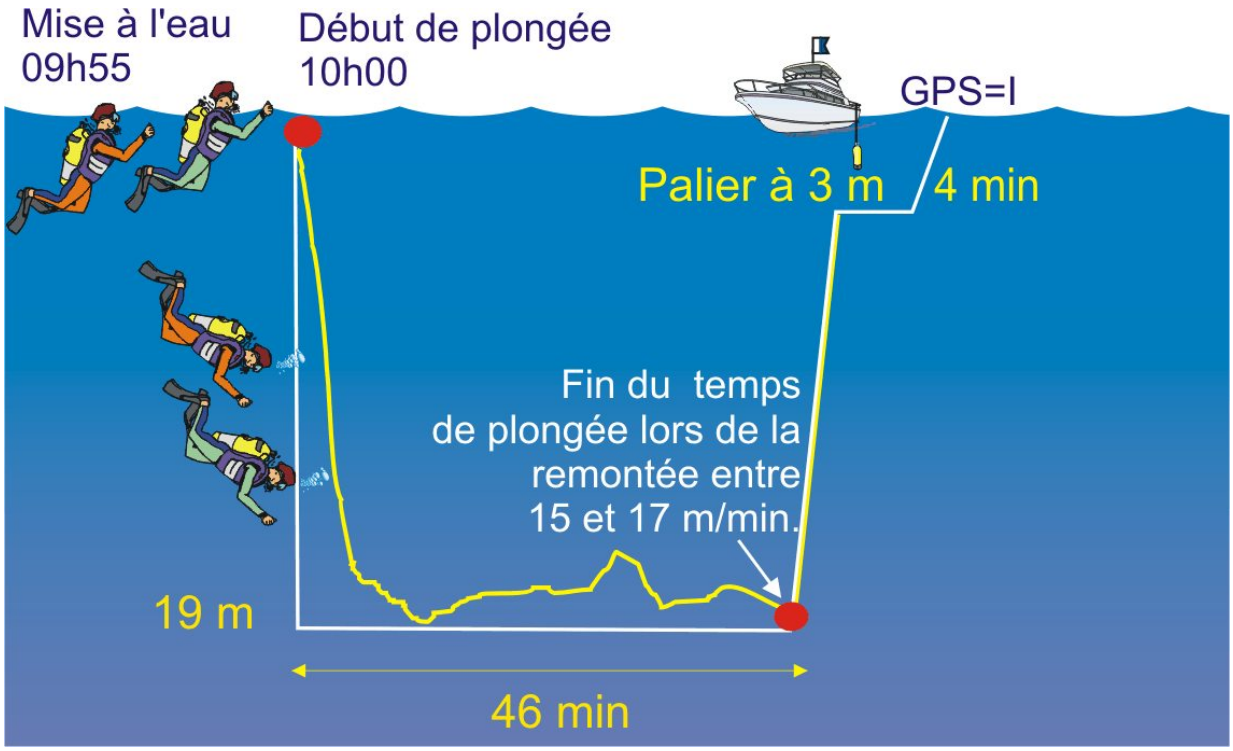
[5] Les illustrations proviennent pour la plupart de l'IllustraPack II de Alain Foret

La profondeur à lire dans la table est la profondeur maximale atteinte lors de la plongée. Sur l'illustration ci-dessus, la profondeur maximale de la plongée est de 19m.
La durée de plongée est la durée entre le début de la décente et le moment de la remontée. Sur notre illustration, la plongée débute à 10h00 et dure 46 minutes.
Les tables MN90 ne donnent pas d'indication pour une plongée à 19m ni pour une durée de 46 minutes. Il faudra lire les entrées directement supérieures de la table pour connaître la profondeur et la durée de palier à respecter (soit 20m et 50min).
La vitesse de remontée est au maximum de 15m/min jusqu'au premier palier puis, de 6m/min entre les paliers (30 secondes entre chaque palier).
En aucun cas, les paliers lus sur la table ne pourront être réduits à l'initiative du plongeur.
Les paliers doivent être respectés par l'ensemble de la palanquée. Ils seront déterminés par le plongeur le plus « pénalisé » de celle–ci.

II.b Plongée simple

Définition d'un profil de plongée carré

Une plongée simple (ou isolée) est une plongée séparée d'une autre par un intervalle de plus de 12 heures. La simple lecture des tables (temps, profondeur) permet de déterminer les paliers à effectuer[6].
On parle de plongée carrée lorsque le profil réel correspond au profil théorique, sans que le plongeur de change de profondeur durant la plongée (épave, sec, …). Une plongée aux tables est toujours assimilée à une plongée carrée même si la réalité diffère quelque peu.



Plongée simple ou plongée carrée

[6] Plongée plaisir N2 par A. Foret et P. Torres. GAP Ed

Principe de planification (rappel du cours de physique)

Connaître la profondeur et la durée prévue de la plongée peut vous permettre d'anticiper votre durée de palier et ainsi de déterminer si vous emmenez assez de gaz pour terminer votre plongée et vos paliers…
Que vous planifiez votre plongée avec les tables ou avec votre ordinateur, cette pratique est plus que conseillée, elle vous permettra par exemple de choisir entre une bouteille de 12 l et une de 15l.
En tant que N2, votre guide de palanquée ou votre DP s'assureront que vous plongez à l'aide d'un équipement adapté et que vous avez la possibilité de remonter en terminant vos paliers. Il peut être crucial pour une plongée agréable et satisfaisante que vous effectuiez vous-même cette démarche.

Paliers, DTR, heure de sortie et GPS

Nous arrivons maintenant à la substance de ce chapitre. Calculer les informations variables de votre plongée. Les informations utiles à une plongée simple sont : la DTR (Durée totale de remontée), la profondeur et la durée des paliers, l'heure de sortie et le GPS (Groupe de plongées successives) qui, sans être déterminant pour une plongée simple est utile au calcul des paliers pour une plongée successive que nous aborderons ensuite.
Dans notre exemple, la durée de plongée est de 46 min alors que la profondeur est de 19m.
Comme nous l'avons vu plus haut,. nous utiliserons donc les valeurs directement supérieures pour plus de sécurité, soit une profondeur de 20m et une durée de 50 min.
La table nous donne donc une profondeur de palier de 3m et une durée de palier de 4 minutes.

LA DTR théorique est de 6 min. en réalité, on ne remonte pas de 20m mais de 19m.
En réalité, la différence entre la DTR lue et la DTR calculée n'est pas significative. On calculera la DTR de cet exemple mais, dans la suite de ce cours, on utilisera la DTR lue.
En supposant une vitesse de remontée de 15m.min, il faut (19-3)/15 = 1.06min =66 sec pour remonter de 19 à 3m.auxquelles on ajoute 4 min de palier et 30 secondes pour arriver à la surface. Soit : (4x60)+66+30 = 336 s= 5 min et 36 sec.
L'heure de sortie sera donc :10h00 +46 min+5 min et 36 s. Soit :10h, 51m et 36s

Le GPS est I.

Exercices d'application

Enoncé	***Palier***	***DTR***	***Heure de sortie***	***GPS***
Paul et Virginie s'immergent à 10h00 pour une plongée à 18m et une durée de 58min. Indiquez les valeurs de Palier, DTR, HS et GPS.				
Jacques et Daniel s'immergent à 9h00 pour une plongée à 30m et une durée de 42min. Indiquez les valeurs de Palier, DTR, HS et GPS.				
Tristan et Iseult s'immergent à 10h30 pour une plongée à 15m et une durée de 40min. Indiquez les valeurs de Palier, DTR, HS et GPS.				

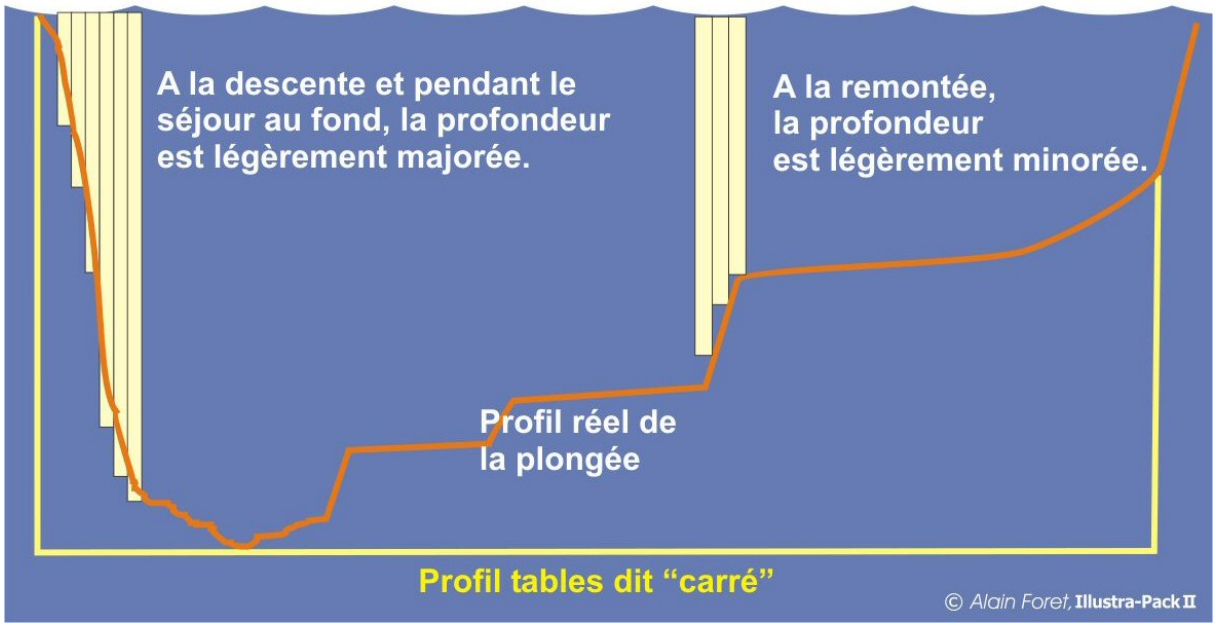
Tables ou ordinateurs

SUUNTO D9

CRESSI Archimède II

Aladin Pro Ultra

Lorsque vous plongez avec un ordinateur, la saturation n'est pas calculée sur la durée totale de la plongée mais par tranches de quelques secondes (en fonction de la marque et du modèle de l'appareil).
Cela permet de gommer les paliers sur des plongées à profil de remontée lente. Pour des plongées « carrées », le gain n'est pas évident car les ordinateurs majorent par principe les durées de palier pour augmenter la sécurité des plongeurs.

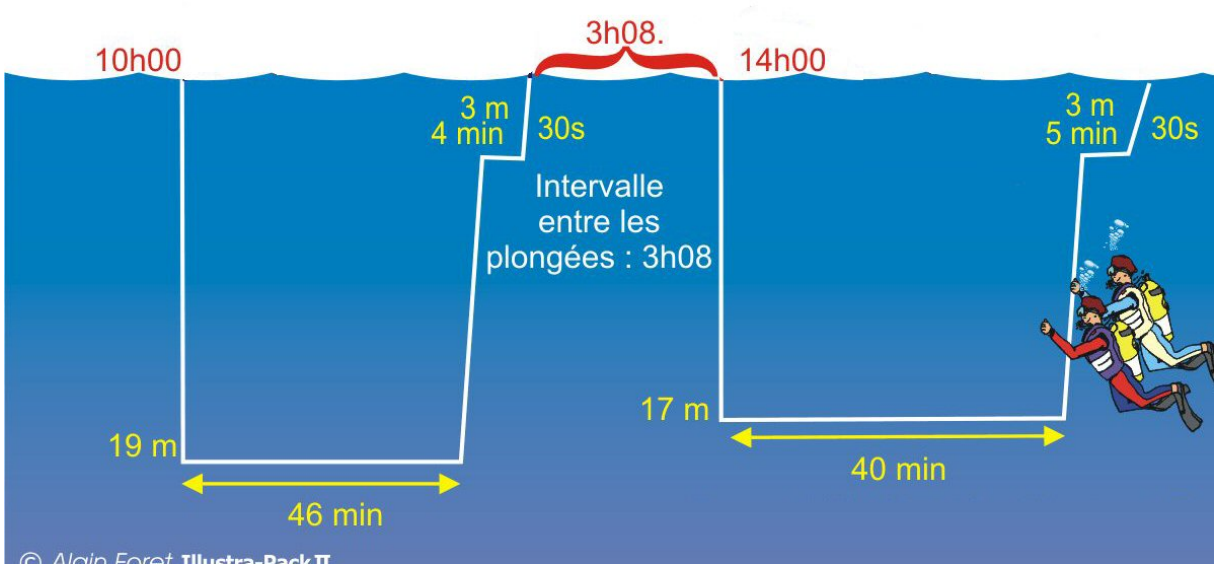

A la descente et pendant le séjour au fond, la profondeur est légèrement majorée.
A la remontée, la profondeur est légèrement minorée.
Profil réel de la plongée
Profil tables dit "carré"
© Alain Foret, Illustra-Pack II

Mode de calcul de la saturation avec des tables ou un ordi de plongée.

Si un palier s'affiche, même sporadiquement sur votre ordinateur, n'oubliez pas de respecter volontairement un palier dit « de sécurité » de 3min à 3m.

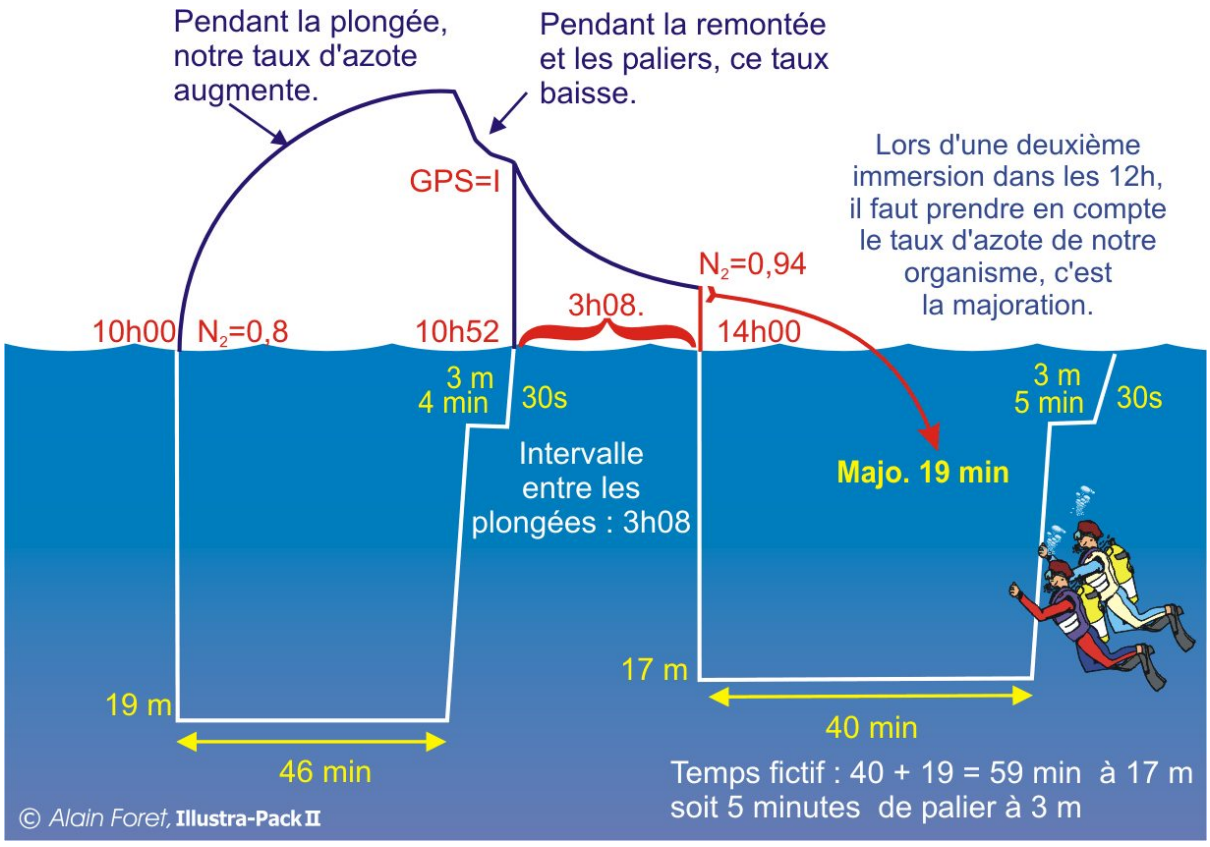
II.c Plongées successives

Principe



Représentation de deux plongées successives

Une plongée successive est une plongée qui suit une première plongée dans un intervalle compris entre 15 min et 12 h. La lecture directe des tables ne permet pas de déterminer les paliers, il faut calculer une « majoration » à partir du GPS et de l'intervalle de surface.[7]



Evolution du taux d'azote dans le sang.

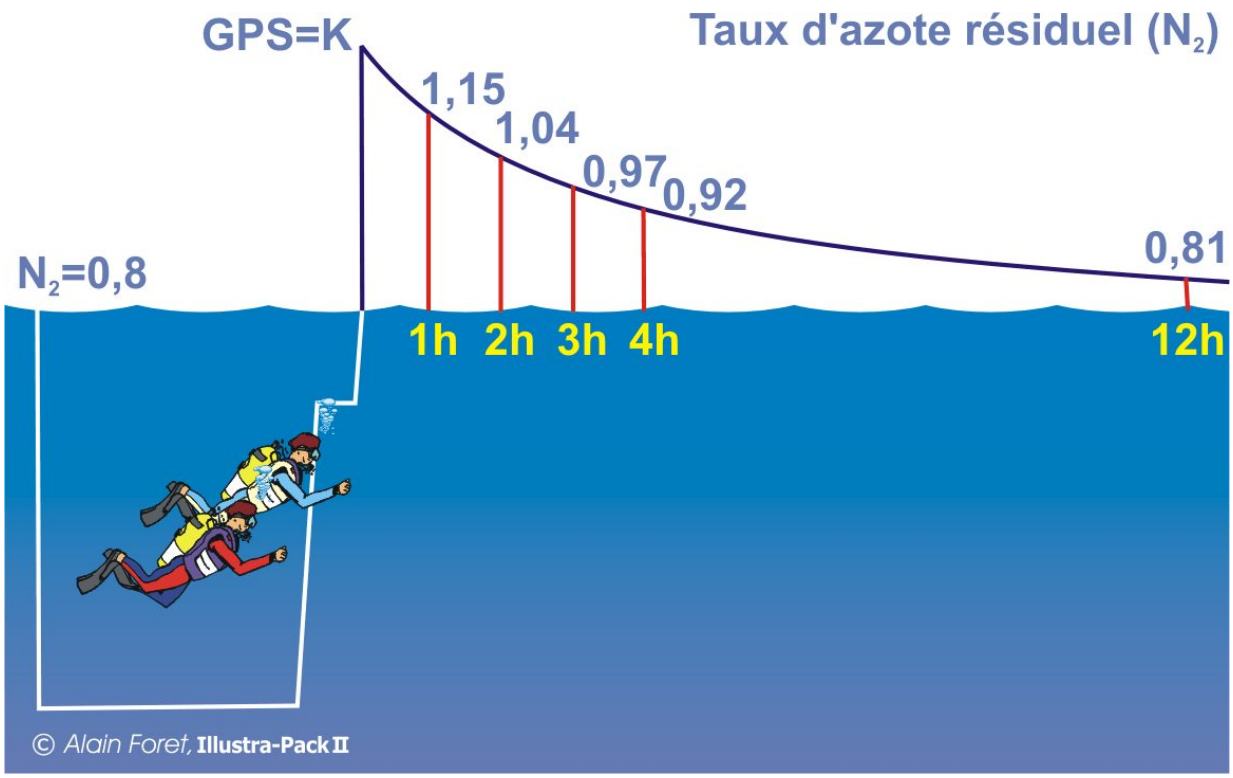
[7] Plongée plaisir N2 par A. Foret et P. Torres. GAP Ed

Pendant la plongée, notre taux d'azote augmente, lors de la remontée, des paliers et de l'intervalle de surface, il redescend. Néanmoins, il faut un certain temps pour que ce taux d'azote retrouve sa valeur de départ. Lorsque l'intervalle de surface dépasse 12h, on considère que le taux d'azote est revenu au taux atmosphérique, soit 0,8 bars.
Si la deuxième plongée intervient avant 12 heures après la première, Le taux d'azote n'est pas égal au taux atmosphérique mais légèrement supérieur, on appelle ce taux, le taux d'azote résiduel. Physiologiquement, c'est comme si on était en plongée depuis un certain temps.
Pour calculer les paliers applicables à la seconde plongée, il faut majorer le temps réel de plongée d'un temps correspondant à celui qu'il aurait fallu pour atteindre le taux d'azote dans le sang présent en début de plongée.
Le temps choisi pour entrer dans les tables est un temps fictif calculé comme cela :

Temps Fictif = Temps Réel + Majoration

La majoration à appliquer se calcule en fonction des données présentes dans les tableaux I et II des tables FFESSM.

Utilisation des tableaux I & II



Evolution du taux d'azote résiduel durant l'intervalle de surface

L'estimation du taux d'azote résiduel en sortie de plongée nous est donnée par le GPS et le tableau complémentaire I. ainsi, si on sort d'une plongée avec un GPS de K, après 15 min en surface, notre taux d'azote résiduel est de 1,25.au fil du temps, ce taux diminue jusqu'à atteindre le taux d'azote à la pression atmosphérique, soit 0,8.

Groupe de plongée successive	15min	30min	45min	1h	1h30	2h
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07

Extrait du tableau 1 : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Afin de déterminer la majoration à appliquer au temps de plongée de la seconde plongée, nous devons étudier les tableaux I et II. Le tableau I nous donne le taux d'azote résiduel en fonction de l'intervalle de surface et du GPS de la première plongée. Le tableau II nous donne la majoration en fonction de l'azote résiduel (déterminé par le tableau I) et la profondeur de la seconde plongée.

Azote résiduel	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m
0,82	4	3	2	2	2	2	2
0,84	7	6	5	4	4	3	3
0,86	11	9	7	7	6	5	5
0,89	17	13	11	10	9	8	7
0,92	23	18	15	13	12	11	10
0,95	29	23	19	17	15	13	12
0,99	38	30	24	22	20	17	15

Extrait du tableau II : Détermination de la majoration en minutes.

Une fois obtenue la majoration en minutes, on peut déterminer les profondeurs et durées des paliers de la seconde plongées.
Ainsi, sur notre exemple, si les plongeurs sortent de l'eau à 10h52 avec un GPS I, alors, leur taux d'azote résiduel est, après un intervalle de surface de 3h08, de 0,94.
On remarque que dans le tableau I, la durée 3h08 n'est pas précisée. Dans un souci de sécurité, on choisira alors l'entrée directement inférieure. Soit 3 h.
Ensuite, nous savons que nos plongeurs ont prévu une plongée à une profondeur de 17m.
Le tableau II nous indique que pour un taux d'azote résiduel de 0,94, une plongée à 17m entraîne une majoration de 19 min.
En réalité, le tableau II n'indique ni 17m, ni 0,94. on choisira alors le taux résiduel d'azote plus élevé (0,95) et la profondeur suivante (18m). la majoration sera donc de 19 min.
On remarque que la majoration choisie est de 19 min pour 18m, alors qu'elle serait de 23 min à 15m. Néanmoins, la saturation à 18m est plus importante que celle à 15m. Il a été décidé au sein de la fédération que les adaptations se feraient en ce sens.
Si la durée réelle de la plongée est de 40 min, alors le temps fictif utilisé pour déterminer le palier est de 40 + 19 = 59 min.

La plongée de l'après midi conduira donc à un palier équivalent à une plongée de 59 min à 17m, soit :

En choisissant 18m et 60 min, une durée de 5 min à 3m. et une DTR de 7 min .Cela nous donne une heure de sortie de : 14h (heure du début de la seconde plongée) + 40 min (durée réelle de la seconde plongée) + 7min (DTR théorique) = 14h47
Ici, on utilise la durée réelle de plongée pour déterminer l'heure de sortie et non la durée fictive utilisée pour calculer les paliers.

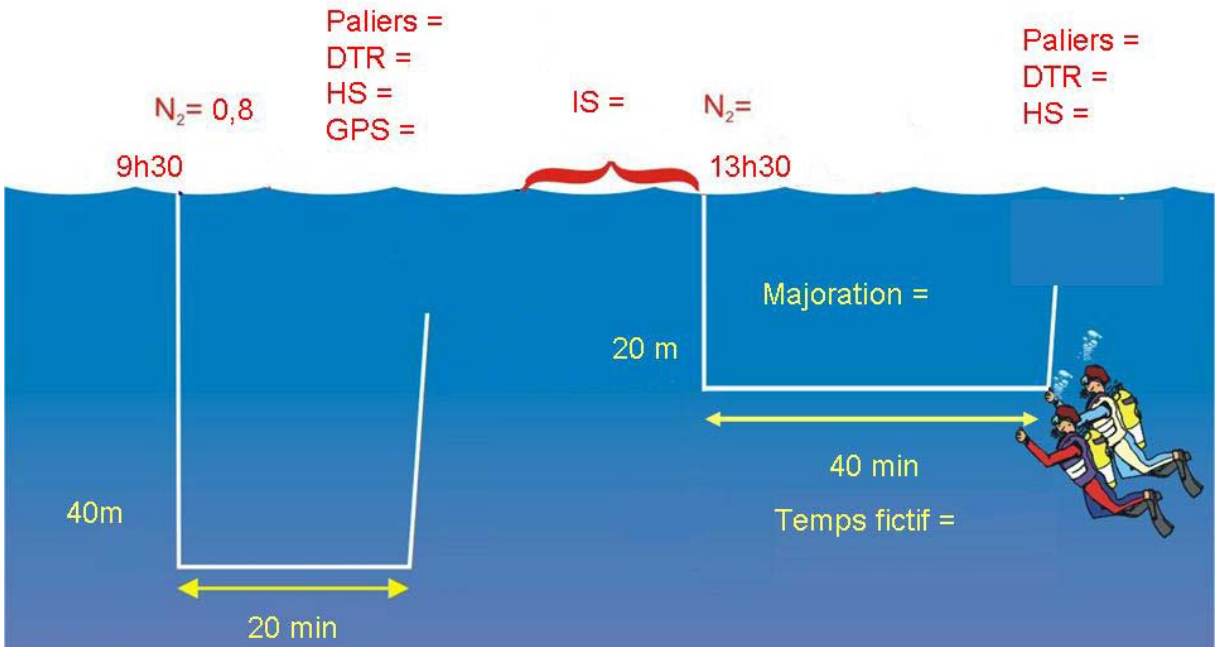
Le GPS en sortie est J. Cette information nous est donnée par la table principale. Ces tables étant données pour deux plongées par jour, et cette plongée étant la seconde, on ne peut pas utiliser ce GPS pour une éventuelle troisième plongée.

Exercice d'application

Blake et Mortimer plongent sur le Donator[8] à 9h30 le matin. Ils restent 20 min à 40 m et remontent.
Calculez les paliers, la DTR et l'heure de sortie ainsi que leur GPS.
.....
.....

Ils souhaitent descendre à 20 m sur la Gabinière à 13h30
Quelle sera la majoration à appliquer pour calculer leurs paliers ?
.....
.....

Si ils restent 40 min sur la Gabinière, quels seront leurs paliers, leur heure de sortie ?
.....
.....



Support de correction de l'exercice sur les plongées successives

[8] Merci à nos amis de Bulles Passion plongée à La Londe les maures (http://www.bulles-passion-plongee.com/)

Principe de planification pour les curieux (rappel du cours de physique)

Rappelez-vous que vous consommez 20 l de gaz en effort moyen, à la surface[9]. Lorsque vous planifiez une plongée, essayez de prévoir la quantité de gaz au fond et au palier que vous consommerez. Pensez à prévoir suffisamment de gaz pour effectuer cette plongée et la totalité de vos paliers.

Lorsque vous prévoyez une seconde plongée dans la journée, vous pouvez être amenés à planifier un certain nombre d'éléments…
Une bonne planification peut vous permettre de connaître :

- L'intervalle de surface à respecter si vous connaissez la profondeur et la durée de la plongée suivante,
- La profondeur ou la durée de la plongée suivante si vous connaissez l'intervalle de surface,
- La durée de plongée pour respecter un temps donné de palier
- Etc…

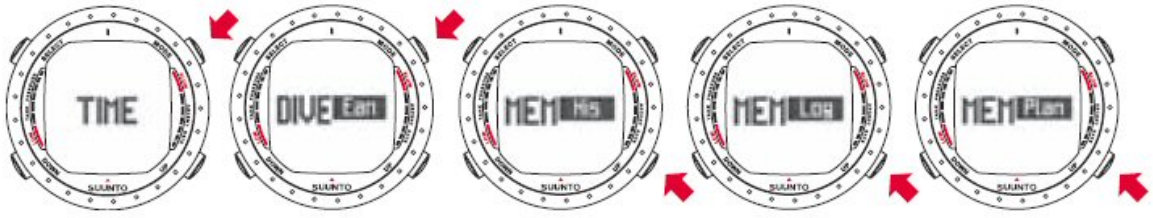
Démonstration (non, ce n'est pas l'action d'enlever un monstre…)

Spirou et Fantasio plongent sur le « Niobe » (armorique)[10] à 9h30 le matin. Ils restent 20 min à 40 m et remontent.
Calculez les paliers, la DTR et l'heure de sortie ainsi que leur GPS.

La seconde plongée, sur le « Nouch » doit durer 35 min à 20m et ils ne souhaitent pas effectuer plus d'1 min de palier à 3m.
Quel doit être alors l'intervalle de surface minimal ?

Planification et ordinateurs de plongée

Cette planification peut se faire avec votre ordinateur de plongée (en fonction des modèles de machines), en particulier si vous avez des plongées successives sur plusieurs jours ou des profils particuliers.
N'hésitez pas à consulter le mode d'emploi de votre ordinateur pour connaître les démarches à suivre spécifiques à votre machine.



Extrait du mode d'emploi du Suunto D9

[9] Voir cours de physio
[10] Merci à nos amis du Scaphandre club Yonnais (http://www.scy-plongee85.com/pages_web/docu/fiches/fichespdf.htm) de La Roche sur Yon.

II.d Les profils Particuliers

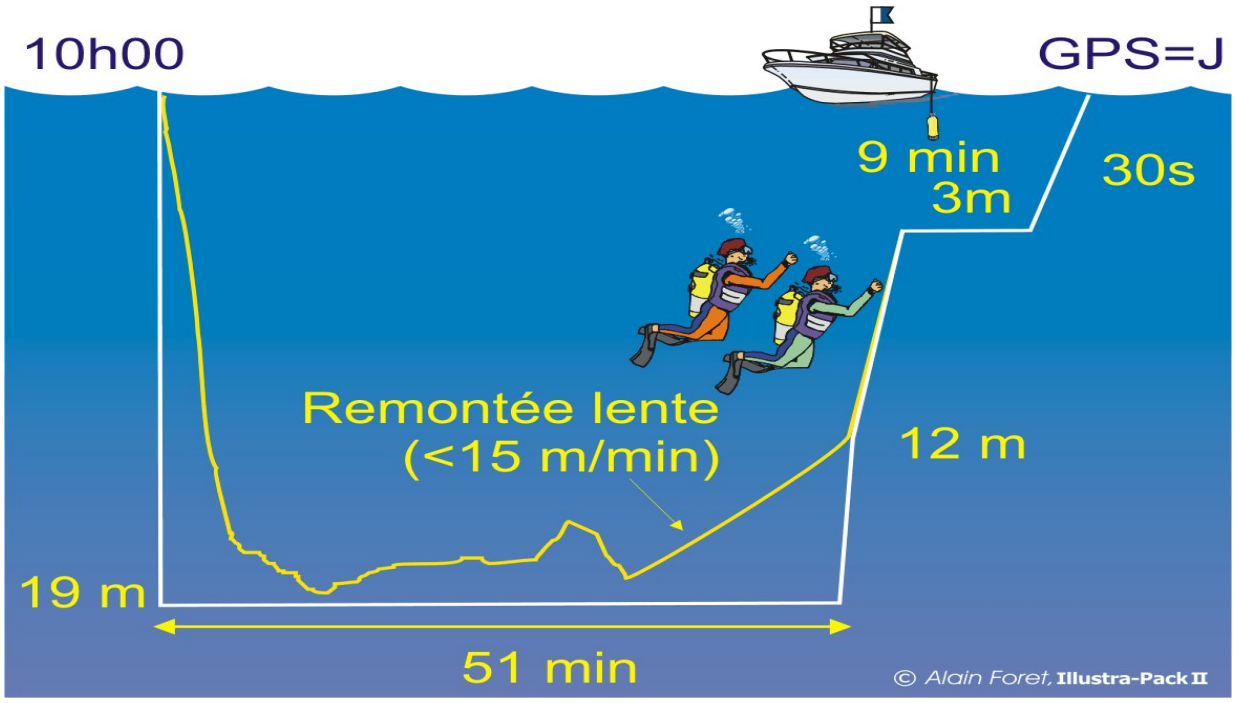
Remontée lente

Situations potentielles

On parle de profil à remontée lente lorsque la vitesse de remontée en fin de plongée est inférieure à 15m/min, l'organisme continue alors à saturer et la décompression ne se fait pas de manière optimale.
Vous rencontrez fréquemment ce genre de profil lorsque vous remontez le long d'un tombant ou d'une côte alors que vous observez la faune et la flore environnante.

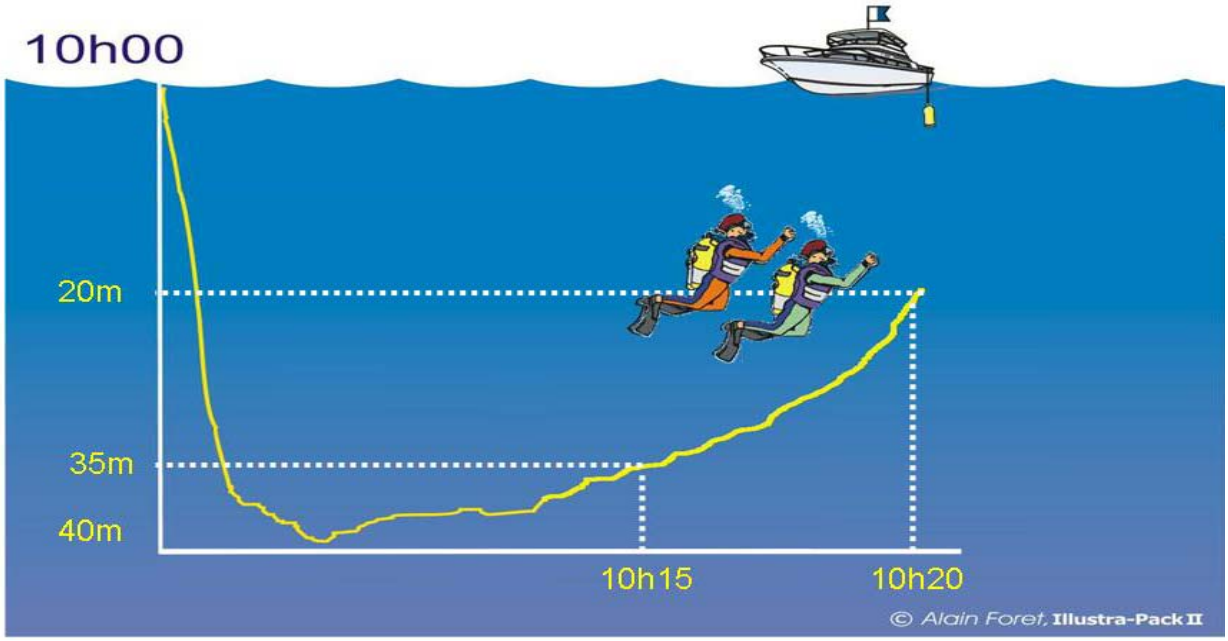
Lecture de table

Alors qu'un ordinateur de plongée traite la désaturation quelle que soit la vitesse ascensionnelle et la durée, lorsque l'on plonge aux tables, il faut considérer la fin de plongée à partir du moment où la vitesse de remontée est de 15m/min ou à la hauteur du premier palier.



Principe de la remontée lente

Exercice d'application



Aglaë et Sidonie se rendent aux Anses d'Arlet pour plonger sur les « grandes Jorasses[11] » à 40m. Elles décident d'y rester 15 min pour n'avoir qu'un palier à 3m à réaliser.
Elles s'immergent à 10h00 et Atteignent rapidement le fond où elles observent des langoustes et des chatrous. À 10h15, elles débutent leur remontée d'une profondeur de 35m. En route, elles s'émerveillent devant des porcelaines sur une gorgone et atteignent la profondeur de 20m.
Quelle est la particularité de cette plongée ?

.....
.....

Quelle est la vitesse de remontée ?

.....
.....

Quelles seront la profondeur et la durée de leur palier ? L'heure de sortie ? Le GPS ?

.....
.....

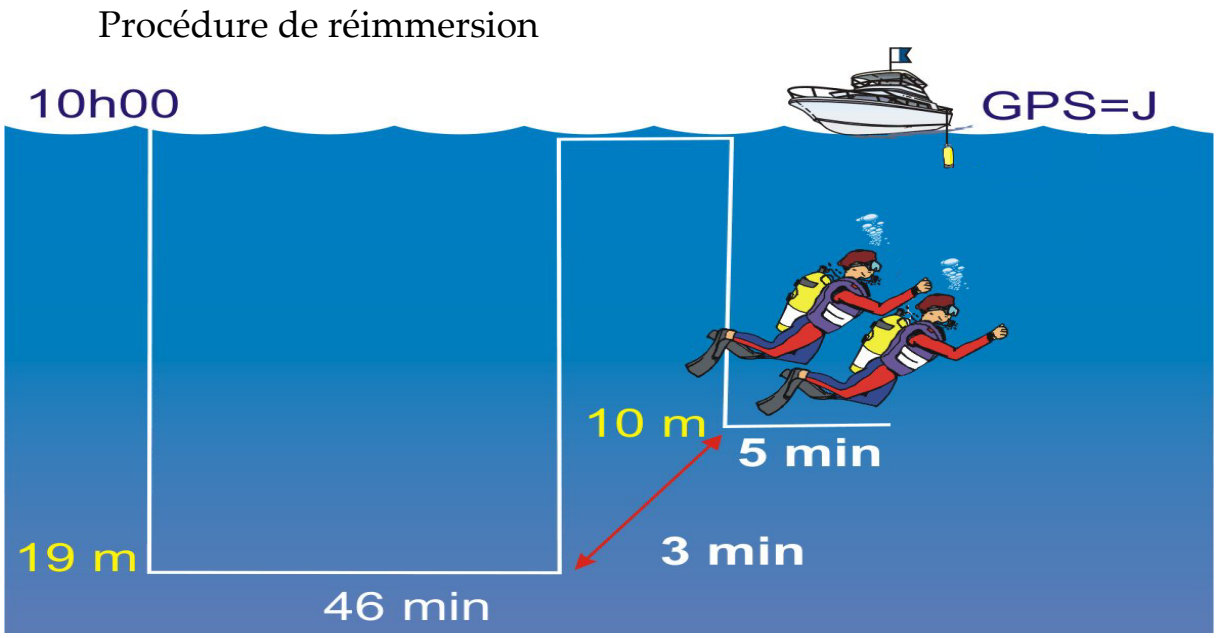
Remontée rapide

Situations potentielles

La remontée rapide arrive en général par accident. Elle est souvent consécutive à une perte de lest ou à une mauvaise utilisation du gilet de stabilisation. Il arrive parfois que les utilisateurs

[11] Merci à nos amis d'Alpha Plongée aux Anses d'Arlet – Martinique (http://www.alpha-plongee.com/lessites.html)

de combinaison étanche vivent ce genre de situation en cas de mauvaise gestion de la combinaison et/ou du gilet.
On parle de remontée rapide, que le plongeur ait atteint la surface ou non. Dans tous les cas, la même procédure est à mettre en œuvre.
Toute remontée est considérée comme rapide dès lors qu'une vitesse supérieure à 17m/min est constatée.

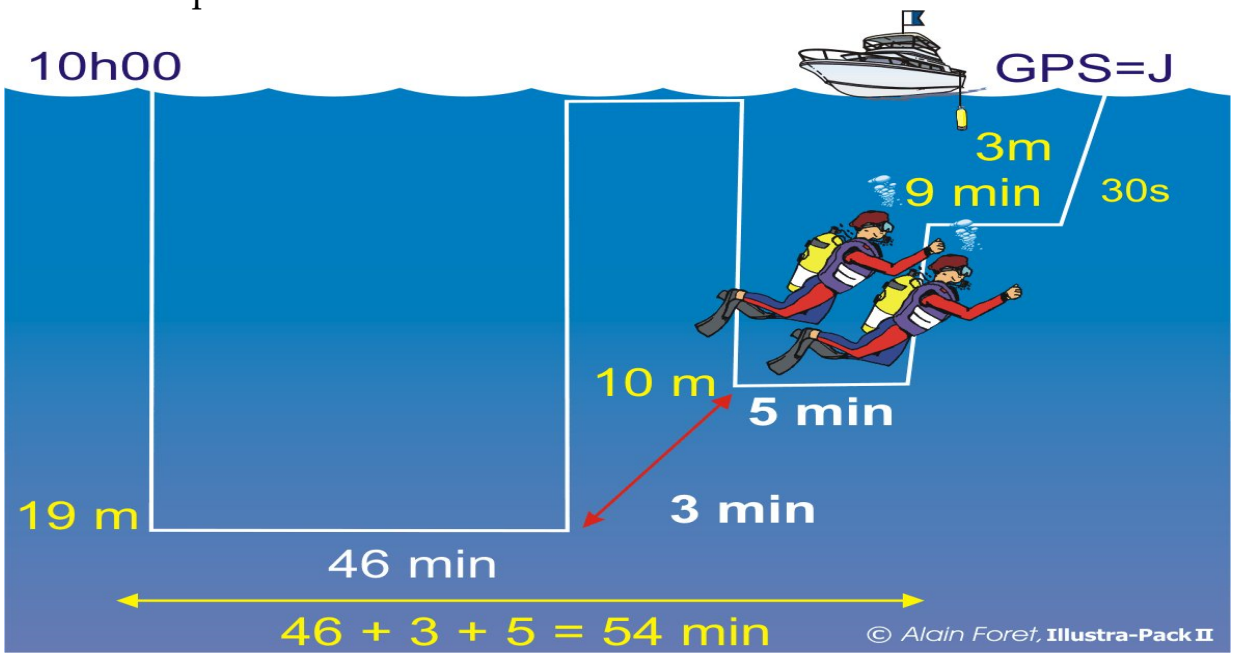


Procédure de réimmersion en cas de remontée rapide.

La procédure à suivre en cas de remontée rapide est de se réimmerger à la moitié de la profondeur atteinte au plus profond de la plongée en moins de trois minutes[12] et d'y effectuer un palier de sécurité de 5min. Quel que soit le cas de figure, la durée réelle de la plongée à considérer est comprise entre la première immersion et la fin du palier de sécurité de 5 minutes. Les paliers habituels seront alors respectés.

[12] Pourquoi 3min ? Le délai de 3 minutes présenté dans les procédures exeptionnelles ou anormales est une indication qui n'offre aucune garantie. Il serait illusoire de penser qu'en deçà de 3 min le risque est nul et qu'il apparaît au-delà. Simplement, il est admis qu'un délai de latence existe (voir chapitre sur les accidents de plongée), permettant éventuellement de rattraper les erreurs dans le protocole de décompression. (Plongée plaisir N II et N III- Alain Foret – GAP ed).

Exemple



Remontée rapide et fin de plongée.

Black et Decker Plongent à Leutesheim[13] à 10h00 et atteignent une profondeur de 19m. Ils décident au bout de 46 minutes de remonter. Black débute sa remontée mais se retrouve entraîné par son gilet de stabilisation. Avec Decker, ils redescendent à 10m dans les trois minutes suivantes. Ils effectuent alors un palier de sécurité de 5 minutes et entament leur remontée définitive.
La durée de plongée à lire dans la table est de 46+3+5=54min. Ils effectueront alors un palier de 3 min à 3m, comme indiqué dans la table et sortirons alors à 11h05 avec un GPS égal à J.

Exercice d'application

Villeroy et Boch plongent à Malendure sur l'ilêt Pigeon[14]. À 10h30 ils atteignent la profondeur de 20m. Ils décident au bout de 35 minutes d'entamer une remontée progressive. Boch perd alors sa ceinture de lest et se retrouve entraîné par son gilet de stabilisation. Que feront alors Villeroy et Bosh ?
Quels seront les paliers qu'ils devront respecter ? À quelle heure sortiront-ils ? Quel sera leur GPS

Procédure :

.....
.....

Durée de plongée :.....

Paliers :

.....
.....

[13] Merci au team ANC dans son ensemble (http://www.ancplongee.fr/)
[14] Merci à nos amis des « Heures Saines » - Bouillante – Guadeloupe (http://www.heures-saines.gp/)

Heure de sortie : .....
GPS : .....

Rupture de palier

Situations potentielles

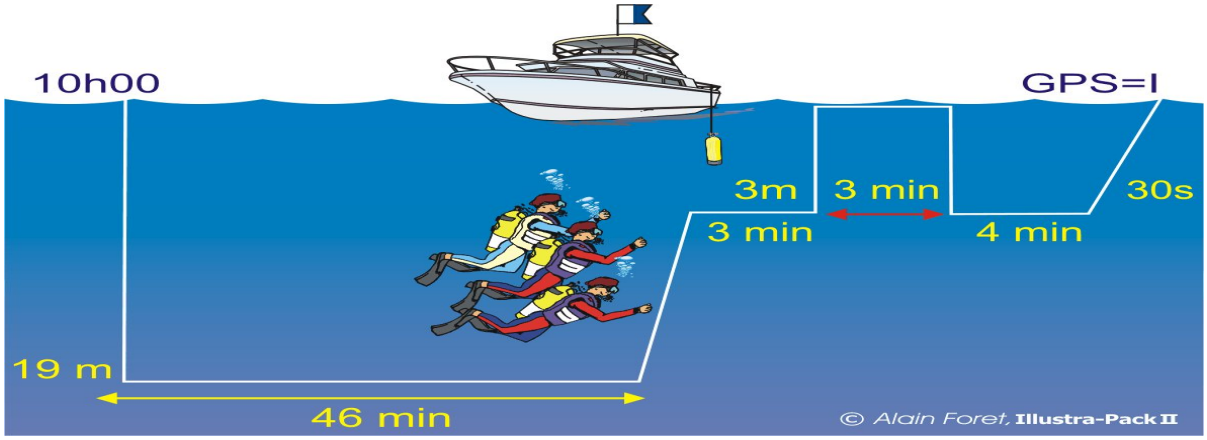
La rupture de palier intervient en général suite à une panne d'air. Les plongeurs se voient alors tenus de trouver une nouvelle source d'air et de terminer leur décompression.
Afin de ne pas être confronté à ce genre de situation, il est recommandé de planifier sérieusement ses plongées et, dans la mesure du possible, de disposer d'une source d'air de secours dans la zone des paliers.
L'usage de narghilés et de blocs au pendeur n'exclut pas la planification car de nombreuses plongées s'effectuent avec une décompression au parachute et pas sous le bateau.

Barge au mouillage dans le port de Nantes

Procédure de réimmersion

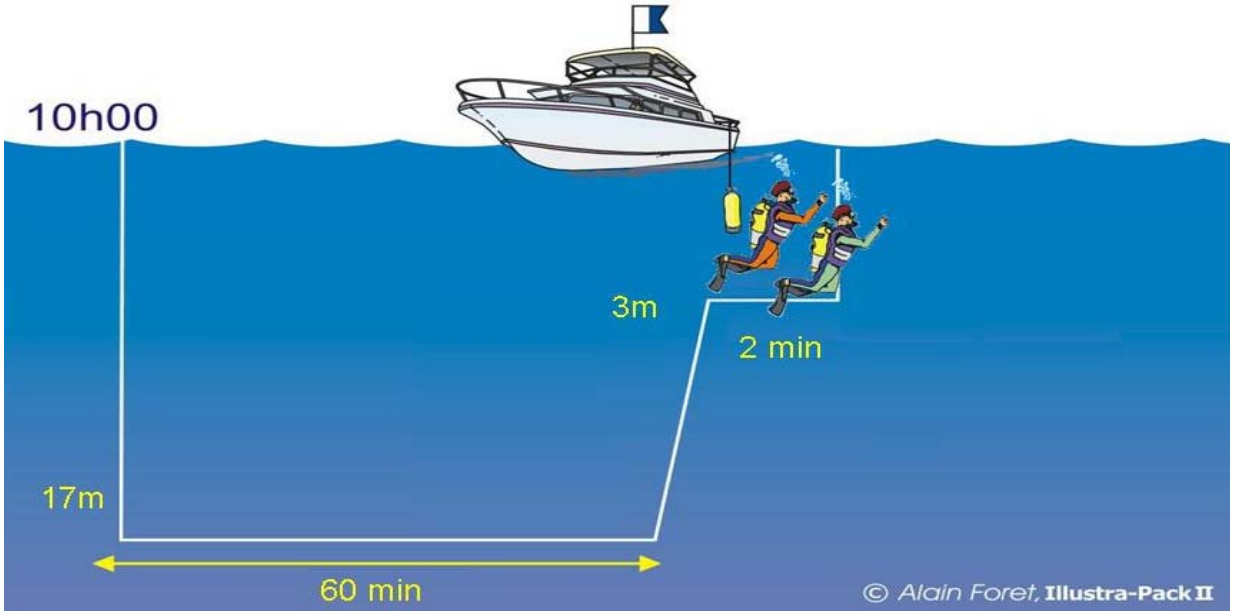
Comme pour la remontée rapide, la procédure à suivre en cas de rupture de palier est une réimmersion.
[…]Confrontée à une mauvaise exécution ou à une interruption de paliers, on considère qu'une palanquée doit redescendre le plus rapidement possible (et en tout cas en moins de 3 minutes) à la profondeur du palier interrompu pour le recommencer en totalité et poursuivre sa décompression. […][15]

[15] (Plongée plaisir N II et N III- Alain Foret – GAP ed).



Procédure de réimmersion après une rupture de palier

Exercice d'application



Exercice d'application : Rupture de palier

Marc et Sophie plongent sur la grotte à Corail[16] à une profondeur de 17m. Ils prennent des photos et admirent la faune. Au bout de 60 min, ils remontent et entament leur palier de 3m.
Au bout de deux minutes, Marc n'a plus d'air et doit remonter.
Que feront alors Marc et Sophie ? Quels seront les paliers qu'ils devront respecter ? À quelle heure sortiront ils ? Quel sera leur GPS

Procédure :

.....
.....

Paliers :

.....
.....

[16] Merci à nos amis du club Nausicaa de Villefranche sur Mer (06)

Heure de sortie : .....
GPS : .....

Plongée consécutive

Situations potentielles

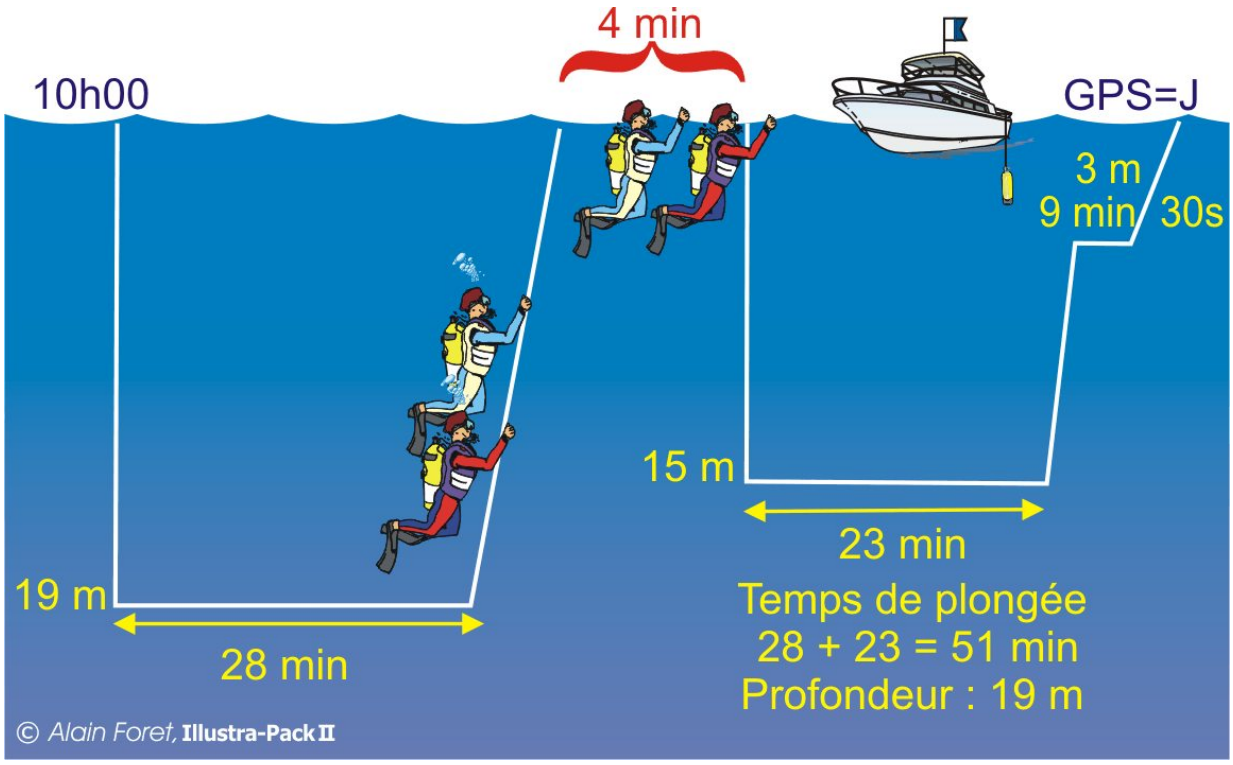
Les plongées consécutives sont bien à classer dans la catégorie des profils particuliers. En effet, on ne doit pas planifier de plongée consécutive. Outre le fait qu'elles soient très pénalisantes en terme de désaturation, elles arrivent en cas de problème imprévu et vous devez tout faire pour les éviter.

[…] Une plongée consécutive (ou additive) est une seconde immersion dans un intervalle de temps strictement inférieur à 15 minutes. [17][…]

On se retrouve en situation de plongée consécutive, alors que l'on sort d'une première plongée et que l'on doit retourner à l'eau, pour décrocher une ancre ou récupérer un matériel perdu. Il est donc du ressort de chacun, en ne perdant pas son matériel ou en assurant l'ancre à l'aide d'un parachute de relevage, de ne pas s'exposer à une plongée consécutive.

Procédures à suivre

On considère la plongée consécutive comme la poursuite de la plongée précédente. Les deux temps d'immersion s'additionnent et on prend en compte la profondeur la plus importante atteinte au cours de ces deux plongées.
Les paliers à effectuer se lisent directement dans la table à l'aide des valeurs résultantes.



Calcul des paliers d'une plongée consécutive.

[17] Plongée plaisir N II et N III- Alain Foret – GAP ed

Exercice d'application

Carla et Nicolas plongent à Malte[18] à une profondeur de 20 m. Ils se font prendre en photo et posent pour la postérité. Au bout de 30 min, ils remontent sur le yacht de leur ami François. Alors qu'il se hisse jusqu'à l'ascenseur, Nicolas perd sa Rolex. Ils redescendent la chercher au bout de 2 minutes. Après 20 minutes ils retrouvent à 12 m le précieux bijou et remontent avec. Que feront alors Carla et Nicolas ? Quels seront les paliers qu'ils devront respecter ? À quelle heure sortiront ils ? Quel sera leur GPS

Procédure :

.....
.....

Paliers :

.....
.....

Heure de sortie : .....
GPS : .....

III décompression avec d'autres gaz ou d'autres moyens (Chapitre à l'intention des curieux)

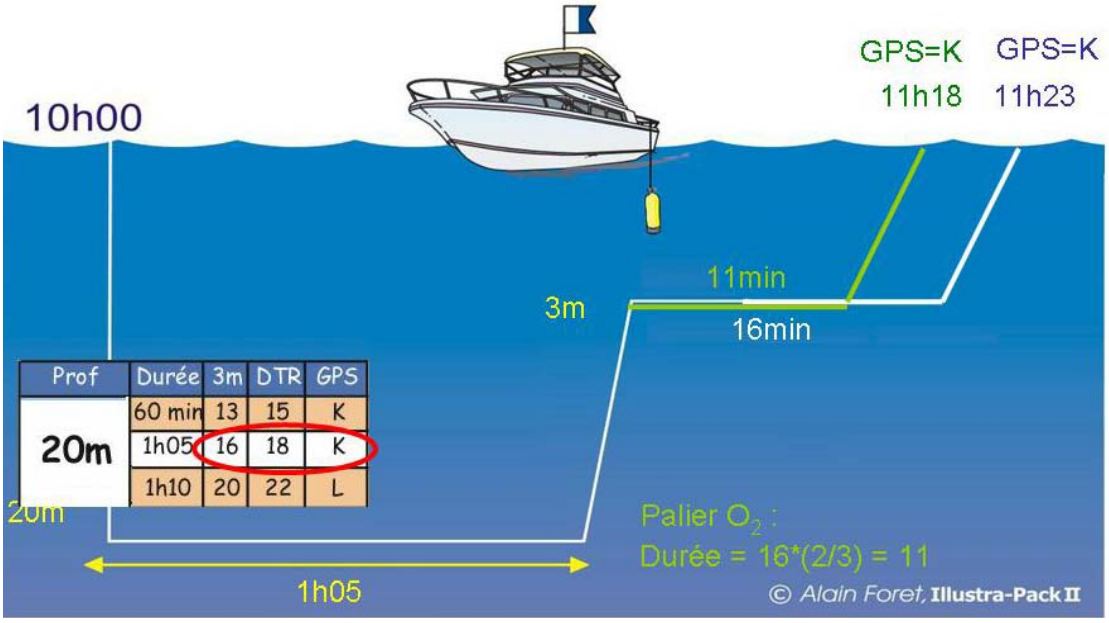
III.a L'utilisation de l'O2(Information)

O2 au palier

Afin de diminuer le temps de palier et les risques d'accident de désaturation en favorisant l'élimination de l'azote, il est possible de réaliser les paliers de 6m[19] et 3m en respirant de l'oxygène pur. Cette procédure, réservée à des plongeurs expérimentés doit rester exceptionnelle.[20]
La durée de chacun des paliers à l'O_2 est égale au deux tiers de la durée du palier à l'air, arrondie à la minute supérieure.
Si la durée des paliers effectués à l'air est inférieure à 5 min, les paliers sont effectués à l'O_2 sans réduction.
Le GPS reste celui indiqué par les tables à l'air.

Ex : Jean-Paul et Simone Plongent 1h05 à20m. Ils devraient rester 16 min à3m pour effectuer leur palier à l'air.
En respirant de l'O_2 au palier, ils respecteront une durée de 16x(2/3)=10,66min=11min.

[18] Merci à nos amis de Voici, Gala, Match, Le Figaro …
[19] Voir les notions d'hyperoxie dans le cours Nitrox
[20] Plongée plaisir N II et N III- Alain Foret – GAP ed

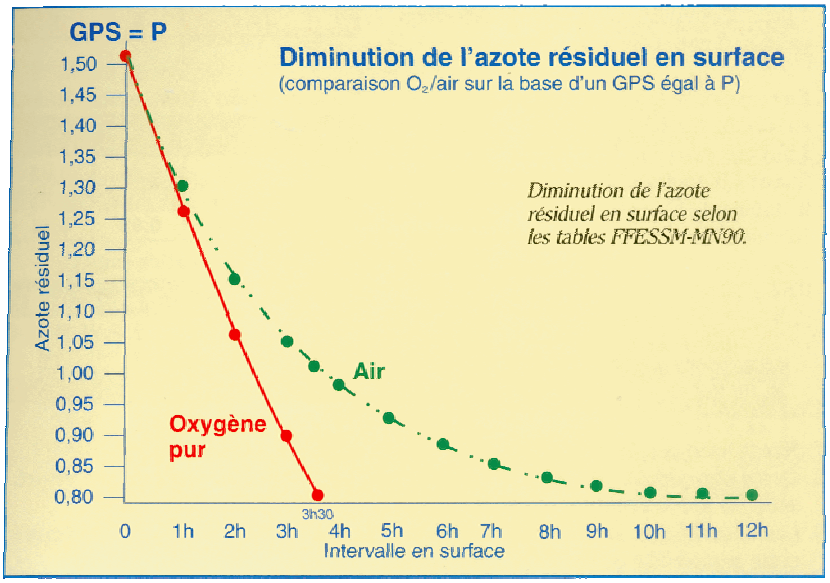


Respiration d'oxygène au palier

Cette procédure est surtout intéressante pour des plongées profondes et longues. On lui préfèrera en général une décompression à l'aide d'un Nitrox fortement dosé (ex : 80%)[21]

Inhalation d'O2 en surface (information)

Afin d'accélérer la diminution du taux d'azote résiduel (et donc la majoration) entre deux plongées successives, il est possible de respirer de l'oxygène pur en surface[22].



Evolution de l'azote résiduel en surface en respirant de l'oxygène

[21] Voir cours Nitrox Avancé
[22] Plongée plaisir N II et N III- Alain Foret – GAP ed

Cette procédure, limitée à un usage exceptionnel, permet en 1 à 3 heures de retrouver un taux d'azote résiduel proche de 0,8 bar, alors qu'il faudrait attendre 12h en respirant de l'air[23].

III.b Cas du Nitrox (Information)

Principe

Le nitrox est un mélange d'air et d'oxygène, en anglais Nitr(Nitrogen=Azote)Ox(Oxygen). On l'appelle aussi Enriched Air Nitrox. Il s'agit d'air enrichi en oxygène.
Tout mélange nitrox comprend donc plus d'oxygène que l'air. De ce fait, la proportion d'azote est moindre.
En respirant un gaz plus pauvre en azote que l'air, l'organisme sature moins et la décompression est facilitée. On a besoin de moins de paliers pour une plongée nitrox que pour la même plongée effectuée à l'air. De la même manière, pour une durée identique de palier, on peut plonger plus profond[24] ou plus longtemps au nitrox qu'à l'air.

Logo Nitrox de l'IANTD

Avantages/inconvénients

Les avantages du Nitrox dépassent largement ses inconvénients. Néanmoins, afin d'en profiter au maximum, il faut être conscient des deux. Cette plongée n'est pas réservée à des plongeurs « techniques » mais elle nécessite une formation adaptée.

Avantages	***Inconvénients***
Augmenter le temps de plongée sans paliers (moins de N2)	Plongée plus stricte- Stabilisation/maintien de la profondeur
Diminuer le temps de paliers pour une même profondeur (moins de N2)	Toxicité de l'O2 : limitation de profondeur
Diminution de la fatigue (plus d'O2)	Surcoût Fabrication, manipulation du mélange

[23] En effet, cette procédure se doit d'être exceptionnelle car on peur arriver à un résultat similaire en plongeant au nitrox
[24] Néanmoins, la profondeur des plongées au nitrox est limitée à cause de la toxicité de l'oxygène (voir hyperoxie dans le cours nitrox)

Disponibilité

On trouve du nitrox pour plonger de plus en plus facilement. Même si en alsace, l'ANC fait figure de précurseur, la plupart des clubs côtiers s'y mettent. En France, le nitrox se généralise doucement.
A l'étranger, la disponibilité de ces gaz se généralise aussi. Le prix d'une plongée nitrox varie en fonction des habitudes locales. Par exemple, certains clubs Egyptiens le proposent gratuitement alors qu'à Sipadan[25] vous paierez 10$ le gonflage d'une bouteille et qu'en Martinique vous aurez du mal à en trouver.

Club SubAqua –Hôtel Dahabeya – Dahab (Egypte)

Cours Nitrox

Afin de pouvoir utiliser le nitrox en plongée, il faut vous y former. Il existe deux cours nitrox dispensés à l'ANC[26].
Le cours nitrox simple, permettant de plonger avec un mélange comprenant entre 20 et 40% d'oxygène. Ce type de mélange permet une plongée loisir moins fatigante et avec moins ou pas de paliers.
Le cours nitrox avancé permettant d'utiliser des mélanges plus riches que 40% et dont l'enseignement pratique permet de changer de gaz sous l'eau, pour utiliser un nitrox riche au palier par exemple.

Plongeur préparant une plongée au nitrox

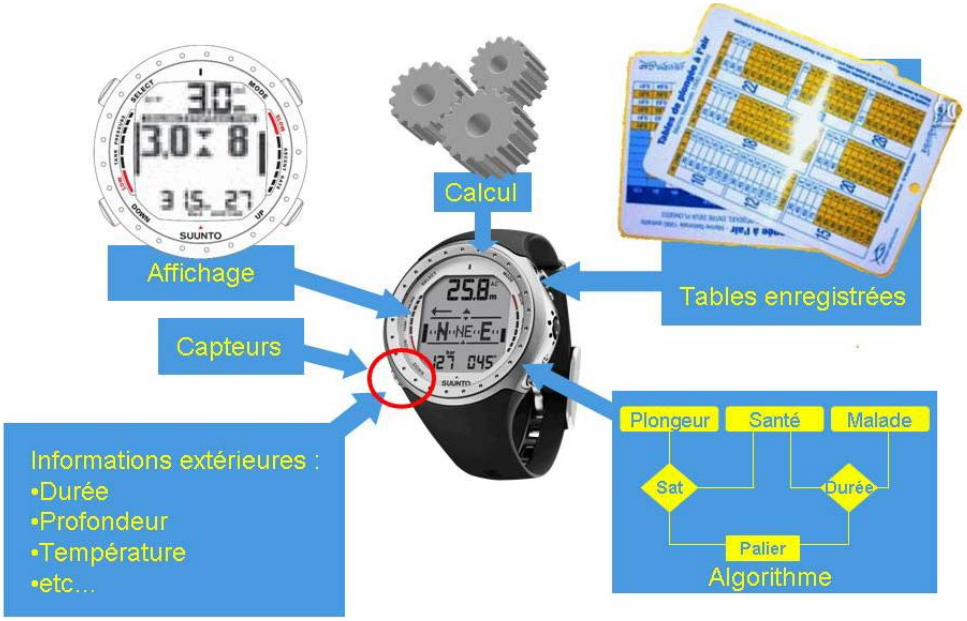
Plongeur au palier avec un nitrox de décompression

[25] Malaisie
[26] Se renseigner auprès de Christophe SCHILT ou Bernard SCHITTLY - ANC

III.c Je connais les tables mais je plonge avec un ordinateur

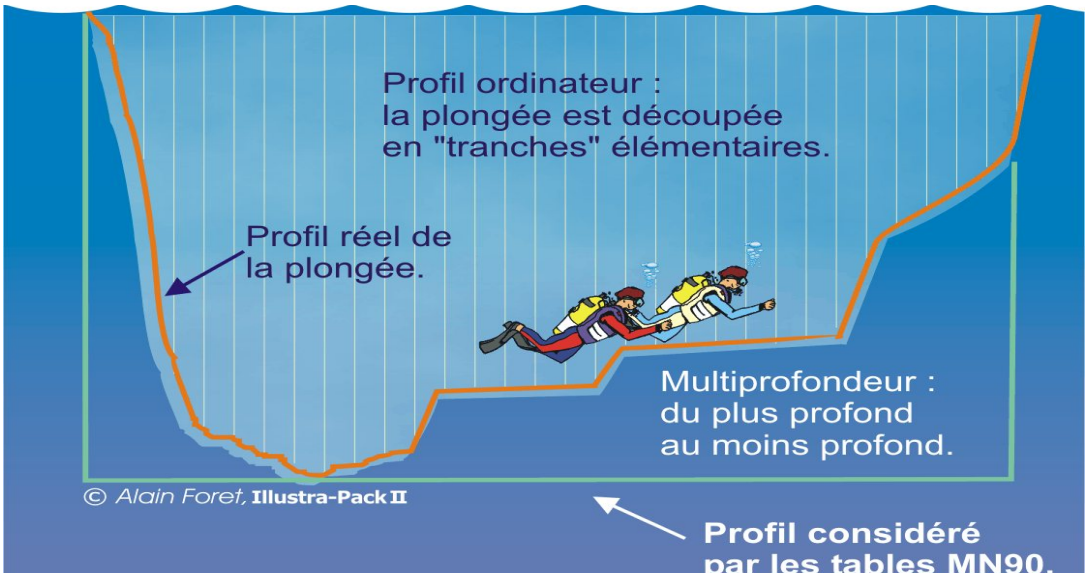
Principe de fonctionnement

L'ordinateur de plongée est une machine permettant, en se basant sur des tables enregistrées et les indications externes (profondeur, durée, …), de calculer votre saturation à l'aide d'un algorithme et de vous proposer des paliers adaptés à votre désaturation.



Fonctionnement d'un ordinateur de plongée

Alors qu'une plongée aux tables considère les paramètres de l'ensemble de la plongée (profondeur/durée) pour calculer la saturation et donc, les paliers, l'ordinateur calcule la saturation par tranches de quelques secondes.



Calcul de saturation d'une plongée à l'ordinateur comparé à une table de plongée

L'ordinateur intègre des mécanismes de sécurité pour majorer les paliers calculés. Il est donc plus pénalisant pour une plongée dite carrée.
Néanmoins, il permet des plongées multi-niveau sans calculs et des plongées sans ou avec moins de palier en cas de remontée lente.

Principaux algorithmes

En fonction de la marque et du modèle, votre ordinateur de plongée peut utiliser un algorithme ou un autre. Parmi les plus fréquents, citons :

- Bühlmann (ZHL8, ZHL16, …), Ordinateurs UWATEC,
- RGBM, Ordinateurs SUUNTO,
- ZH-L8 ADT MB (Uwatec SMART)
- …

Tous ces algorithmes sont présentés comme les meilleurs et inévitables par leurs constructeurs et éditeurs respectifs.
Lorsque vous choisissez un ordinateur, l'algorithme ne doit pas être le critère de choix mais un des critères de choix.

« deep stop »

Certains ordinateurs proposent de respecter des paliers « profonds », ils auront pour conséquence de marquer une pause au cours de la remontée. La particularité de ces paliers profonds est de survenir à n'importe quelle profondeur en fonction du profil de la plongée.
Cette pause ne constitue pas un handicap pour la décompression, elle est même recommandée par un certain nombre de spécialistes de la désaturation.
Si vous plongez avec un binôme équipé d'une telle machine, surveillez le au cours de la remontée et attendez le pendant ses paliers profonds et ne le forcez pas à les rompre.
L'efficacité de ces paliers profonds n'est pas démontrée ni infirmée. Elle constitue une hypothèse de travail pour améliorer la désaturation des plongeurs.

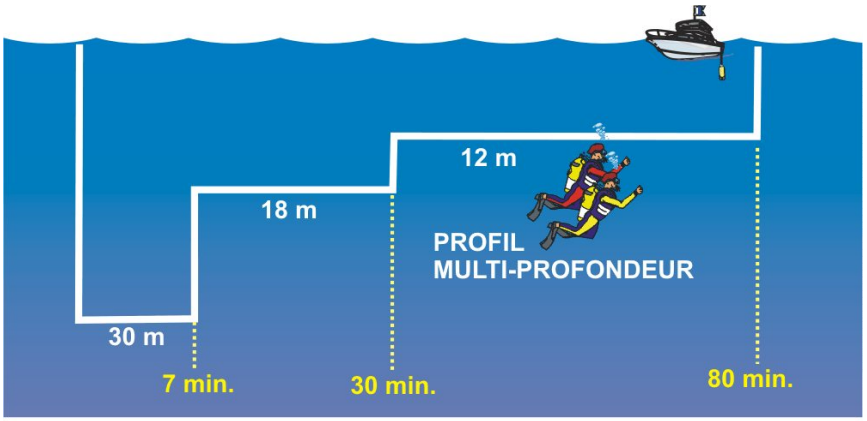
Conclusion

D'autres tables que les MN90

Comme nous l'avons vu en introduction, les tables MN90 sont utilisées au sein de la fédération pour de la plongée loisir dans la limite de deux plongées par jour avec une pause tous les six jours.
Les tables fédérales ne sont pas les seules utilisées pour plonger. Dans le domaine de la plongée loisir, d'autres tables basées sur un modèle Haldanien sont utilisées. Les tables RDP (Recreationnal Dive Planning) sont utilisées au sein de l'association PADI, bien que la règle générale soit de plonger sans palier de désaturation.. En France, les tables MT92, issues des tables Comex 1974, sont utilisées pour la plongée professionnelle, elle permettent des plongées multi niveau et sont plus axées sur la sécurité des professionnels qui plongent longtemps, souvent et en faisant plus d'efforts que les plongeurs « loisir ». Les militaires américains plongent avec les tables US-Navy 70[27].

[27] Voir illustration suivante.

D'autres fédérations utilisent des tables basées sur d'autres modèles que le modèle Haldanien. On peut citer par exemple les tables BS-AC 88 de la fédération de Grande-Bretagne qui utilisent un modèle par diffusion et non un modèle par perfusion[28]. On notera aussi les tables DCIEM canadiennes basées sur un modèle de compartiments en série.
Notons qu'il existe aussi des tables pour plonger au nitrox, pour plonger en altitude et bien d'autres encore.



Tables US-NAVY 1970 (extrait)
Valeur du coefficient C (min) pour les plongée ne nécessitant pas de palier

Coefficient C →

Prof.	Durée max. sans palier	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
9 m	-	15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	250	310
12 m	200 min.	5	15	25	40	50	60	70	80	100	110	130	150
15 m	100 min.	-	10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100
18 m	60 min.	-	10	15	20	25	30	40	50	55	60		
21 m	50 min.	-	5	10	15	20	30	35	40	45	50		
24 m	40 min.	-	5	10	15	20	25	30	35	40			
27 m	30 min.	-	5	10	12	15	20	25	30				
30 m	25 min.	-	5	7	10	15	20	22	25				

Extrait des tables US-Navy 70 et leur usage en multi-niveau

Devenir des tables – les avancées de la recherche

Comme vous avez pu le voir, les tables et leurs usages ont évolué. Les tables MT92 sont issues des tables Comex 74. Avant les tables MN90, l'armée utilisait des tables GERS65, etc…
Il est probable qu'elles évoluent encore en fonction de notre compréhension de la physiologie humaine et des progrès de la science. Depuis Haldane, la compréhension des mécanismes liés aux accidents de plongée ont évolué.
Par exemple, une notion qui évolue beaucoup en ce moment est celle de bulles et de microbulles. De nombreux modèles de désaturation incluent maintenant ces paramètres[29].
Les scientifiques et les plongeurs mettent donc régulièrement au point de nouveaux modèles qui pourraient déboucher sur de nouvelles tables.

Utilisation Tables/ Ordi, controverses et limites.

[28] Voir cours niveau IV sur les éléments de calcul de tables.
[29] Comme RGBM ou ZH-L8 MB

De nombreuses controverses se font entendre dans les salons ou sur les forums. Il est vrai que les prix en baisse et les fonctionnalités en hausse font des ordinateurs de plongée des compagnons indispensables de notre loisir.

N'oublions pas quelques règles de base :

- Un ordinateur pourra au pire afficher quelque chose quel que soit le nombre et la fréquence de vos plongées.
- Au mieux, en cas de dépassement de ses limites, il s'éteindra et vous laissera sans moyen de décompression.
- Les tables n'utilisent pas de piles. Elles ne peuvent donc pas s'éteindre ou se mettre à afficher l'heure à la place des informations de désaturation.

Il est donc peu probable que les tables disparaissent à jamais car elles sont largement utilisées. Si elles ne sont pas sous l'eau, elles sont dans vos ordinateurs.
N'oubliez pas non plus qu'elles sont la base de la compréhension des mécanismes de désaturation.

Enfin, logées dans votre gilet et accompagnées d'une montre et d'un profondimètre, elles sont votre assurance désaturation. Elles peuvent vous permettre de sauver votre santé et vos vacances.

Votre assurance désaturation

Tables FFESSM de plongée à l'air

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
6m	15 min		1	A
	30 min		1	B
	45 min		1	C
	1 h 15		1	D
	1 h 45		1	E
	2 h 15		1	F
	3 h 00		1	G
	4 h 00		1	H
	5 h 15		1	I
	6 h 00		1	J
8m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	E
	1 h 30		1	F
	1 h 45		1	G
	2 h 15		1	H
	2 h 45		1	I
	3 h 15		1	J
	4 h 15		1	K
	5 h 00		1	L
	6 h 00		1	M
10m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	F
	1 h 15		1	G
	1 h 45		1	H
	2 h 00		1	I
	2 h 15		1	J
	2 h 45		1	K
	3 h 00		1	L
	4 h 00		1	M
	4 h 15		1	N
	5 h 15		1	O
	5 h 30		1	P
	6 h 00	1	2	P
12m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	B
	20 min		1	C
	25 min		1	C
	30 min		1	D
	35 min		1	D
	40 min		1	E
	45 min		1	E
	50 min		1	F
	55 min		1	F
	60 min		1	G
	1 h 05		1	G
	1 h 10		1	H
	1 h 15		1	H

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
12m	1 h 20		1	H
	1 h 25		1	I
	1 h 30		1	I
	1 h 35		1	J
	1 h 40		1	J
	1 h 45		1	J
	1 h 50		1	K
	1 h 55		1	K
	2 h 00		1	K
	2 h 10		1	L
	2 h 15		1	L
	2 h 20	2	4	L
	2 h 30	4	6	M
	2 h 40	6	8	M
	2 h 50	7	9	N
	3 h 00	9	11	N
	3 h 10	11	13	N
	3 h 20	13	15	O
	3 h 30	14	16	O
	3 h 40	15	17	O
	3 h 50	16	18	O
	4 h 00	17	19	O
	4 h 10	18	20	P
	4 h 15	19	21	P
	4 h 30	22	24	P
15m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	C
	20 min		1	C
	25 min		1	D
	30 min		1	E
	35 min		1	E
	40 min		1	F
	45 min		1	G
	50 min		1	G
	55 min		1	H
	60 min		1	H
	1 h 05		1	I
	1 h 10		1	I
	1 h 15		1	J
	1 h 20	2	4	J
	1 h 25	4	6	K
	1 h 30	6	8	K
	1 h 35	8	10	L
	1 h 40	11	13	L
	1 h 45	13	15	L
	1 h 50	15	17	M
	1 h 55	17	19	M
	2 h 00	18	20	M
18m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	C
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
18m	35 min		2	F
	40 min		2	G
	45 min		2	H
	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
	60 min	5	7	J
	1 h 05	8	10	J
	1 h 10	11	13	K
	1 h 15	14	16	K
	1 h 20	17	19	L
	1 h 25	21	23	L
	1 h 30	23	25	M
	1 h 35	26	28	M
	1 h 40	28	30	M
	1 h 45	31	33	N
	1 h 50	34	36	N
	1 h 55	36	38	N
	2 h 00	38	40	O
20m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	D
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F
	35 min		2	G
	40 min		2	H
	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J
	60 min	13	15	K
	1 h 05	16	18	K
	1 h 10	20	22	L
	1 h 15	24	26	L
	1 h 20	27	29	M
	1 h 25	30	32	M
	1 h 30	34	36	M
22m	5 min		2	B
	10 min		2	C
	15 min		2	D
	20 min		2	E
	25 min		2	F
	30 min		2	G
	35 min		2	H
	40 min	2	4	I
	45 min	7	9	I
	50 min	12	14	J
	55 min	16	18	K
	60 min	20	22	K
	1 h 05	25	27	L
	1 h 10	29	31	L
	1 h 15	33	35	M
	1 h 20	37	39	M
	1 h 25	41	43	N
	1 h 30	44	46	N

Prof.	Durée	6 m	3 m	DTR	GPS
25m	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min		1	3	F
	30 min		2	4	H
	35 min		5	7	I
	40 min		10	12	J
	45 min		16	18	J
	50 min		21	23	K
	55 min		27	29	L
	60 min		32	34	L
	1 h 05		37	39	M
	1 h 10	1	41	45	M
	1 h 15	4	43	50	N
	1 h 20	7	45	55	N
	1 h 25	9	48	60	O
	1 h 30	11	50	64	O
28m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min			2	E
	20 min		1	4	F
	25 min		2	5	G
	30 min		6	9	H
	35 min		12	15	I
	40 min		19	22	J
	45 min		25	28	K
	50 min		32	35	L
	55 min	2	36	41	M
	60 min	4	40	47	M
	1 h 05	8	43	54	N
	1 h 10	11	46	60	N
	1 h 15	14	48	65	O
	1 h 20	17	50	70	O
	1 h 25	20	53	76	O
	1 h 30	23	56	82	P
30m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min		1	4	E
	20 min		2	5	F
	25 min		4	7	H
	30 min		9	12	I
	35 min		17	20	J
	40 min		24	27	K
	45 min	1	31	35	L
	50 min	3	36	42	M
	55 min	6	39	48	M
	60 min	10	43	56	N
	1 h 05	14	46	63	N
	1 h 10	17	48	68	O
32m	5 min			3	B
	10 min			3	D
	15 min		1	4	E

Tables FFESSM de plongée à l'air

Prof.	Durée	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
32m	20 min			3	6	G
	25 min			6	9	H
	30 min			14	17	I
	35 min			22	25	K
	40 min		1	29	33	K
	45 min		4	34	41	L
	50 min		7	39	49	M
	55 min		11	43	57	N
	60 min		15	46	64	N
	1 h 05		19	48	70	O
	1 h 10		23	50	76	O
35m	5 min				3	C
	10 min				3	D
	15 min			2	5	F
	20 min			5	8	H
	25 min			11	14	I
	30 min		1	20	24	J
	35 min		2	27	32	K
	40 min		5	34	42	L
	45 min		9	39	51	M
	50 min		14	43	60	N
	55 min		18	47	68	N
	60 min		22	50	75	O
	1 h 05	2	26	52	84	*
	1 h 10	4	28	57	93	*
38m	5 min				3	C
	10 min			1	4	E
	15 min			4	7	F
	20 min			8	11	H
	25 min		1	16	21	J
	30 min		3	24	31	K
	35 min		5	33	42	L
	40 min		10	38	52	M
	45 min		15	43	62	N
	50 min		20	47	71	N
	55 min	2	23	50	79	O
	60 min	5	27	53	89	P
	1 h 05	8	29	58	99	*
	1 h 10	11	31	62	108	*
40m	5 min				3	C
	10 min			2	5	E
	15 min			4	7	G
	20 min		1	9	14	H
	25 min		2	19	25	J
	30 min		4	28	36	K
	35 min		8	35	47	L
	40 min		13	40	57	M
	45 min	1	18	45	68	N
	50 min	2	23	48	77	O
	55 min	5	26	52	87	O
	60 min	8	29	57	98	P
	1 h 05	12	31	61	108	*
	1 h 10	15	33	66	118	*

Prof.	Durée	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
42m	5 min					3	C
	10 min				2	6	E
	15 min				5	9	G
	20 min			1	12	17	I
	25 min			3	22	29	I
	30 min			6	31	41	L
	35 min			11	37	52	M
	40 min		1	16	43	64	N
	45 min		3	21	47	75	*
	50 min		6	24	50	84	*
	55 min		8	29	55	96	*
	60 min		13	30	60	107	*
45m	5 min					3	C
	10 min				3	7	F
	15 min			1	6	11	H
	20 min			3	15	22	I
	25 min			5	25	34	K
	30 min			9	35	48	L
	35 min		1	15	40	60	M
	40 min		3	20	46	73	N
	45 min		6	24	50	84	*
	50 min		10	28	54	96	*
	55 min		14	30	60	108	*
	60 min	1	18	32	65	121	*
48m	5 min					4	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	7	13	H
	20 min			4	19	27	J
	25 min			7	30	41	K
	30 min		1	12	37	55	M
	35 min		3	18	44	70	N
	40 min		6	23	48	82	O
	45 min		10	27	53	95	*
	50 min	1	14	30	59	109	*
	55 min	2	18	32	64	121	*
	60 min	5	19	36	70	135	*
50m	5 min				1	5	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	9	15	H
	20 min			4	22	30	J
	25 min		1	8	32	46	L
	30 min		2	14	39	60	M
	35 min		5	20	45	75	N
	40 min		9	24	50	88	O
	45 min	1	12	29	55	102	*
	50 min	2	17	30	62	116	*
	55 min	5	19	34	67	130	*
52m	5 min				1	5	D
	10 min			1	4	10	F
	15 min			3	10	18	I
	20 min		1	5	23	34	K
	25 min		2	9	34	50	L

Prof.	Durée	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
52m	30 min			4	15	41	65	M
	35 min			6	22	47	80	O
	40 min		1	10	26	52	94	O
	45 min		2	15	29	59	110	*
	50 min		5	17	32	64	123	*
	55 min		8	19	36	71	139	*
55m	5 min					1	5	D
	10 min				1	5	11	G
	15 min				4	13	22	I
	20 min			1	6	27	39	K
	25 min			3	11	37	56	M
	30 min			6	18	44	73	N
	35 min		1	9	23	50	88	O
	40 min		3	12	29	55	104	P
	45 min		5	17	31	62	120	*
	50 min		8	19	35	69	136	*
	55 min		12	22	37	76	152	*
58m	5 min					2	7	D
	10 min				2	5	12	G
	15 min			1	4	16	26	J
	20 min			2	7	30	44	K
	25 min			4	13	40	62	M
	30 min		1	7	21	46	81	N
	35 min		2	11	26	52	97	O
	40 min		5	15	30	59	115	P
	45 min		8	18	33	66	131	*
	50 min	1	11	21	37	74	150	*
	55 min	3	14	23	39	83	168	*
60m	5 min					2	7	D
	10 min				2	6	13	G
	15 min			1	4	19	29	J
	20 min			3	8	32	48	L
	25 min			5	15	41	66	M
	30 min		1	8	22	48	85	O
	35 min		4	11	28	54	103	P
	40 min		6	17	30	62	121	P
	45 min	1	9	19	35	69	139	*
	50 min	2	13	22	37	78	158	*
	55 min	5	15	24	40	88	178	*
62m	5 min					2	7	*
	10 min				2	7	14	*
	15 min			1	5	21	33	*
65m	5 min					3	8	*
	10 min				3	8	16	*
	15 min			2	5	24	37	*

Tableau I : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Intervalles de surface

Groupe de plongée successive	15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 30	2 h	2 h 30	3 h	3 h 30	4 h	4 h 30	5 h	5 h 30	6 h	6 h 30	7 h	7 h 30	8 h	8 h 30	9 h	9 h 30	10 h	10 h 30	11 h	11 h 30	12 h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81												
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81						
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81			
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

Profondeur de la deuxième plongée

Azote résiduel	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13
1,20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15
1,24	106	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17
1,29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19
1,33	139	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20
1,38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22
1,42	180	126	97	85	75	64	56	52	48	43	39	37	35	33	30	29	28	26	25	24
1,45	196	135	104	90	80	68	59	55	51	46	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25

Tableau III : Diminution de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface

Groupe de plongée successive	Equivalent Azote résiduel	Durée de l'inhalation d'oxygène												
		15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 15	1 h 30	1 h 45	2 h	2 h 15	2 h 30	2 h 45	3 h	3 h 15	3 h 30
A	0,84	0,80													
B	0,89	0,85	0,82	0,79											
C	0,93	0,89	0,85	0,82	0,79										
D	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80									
E	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80								
F	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80							
G	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,90	0,86	0,82	0,80						
H	1,16	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,80					
I	1,20	1,15	1,10	1,05	1,01	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,80				
J	1,24	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86	0,81	0,79			
K	1,29	1,24	1,18	1,13	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,87	0,84	0,80			
L	1,33	1,27	1,22	1,17	1,12	1,07	1,03	0,99	0,94	0,91	0,86	0,83	0,79		
M	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,06	1,02	0,98	0,93	0,89	0,86	0,82	0,79	
N	1,42	1,36	1,30	1,25	1,19	1,14	1,09	1,05	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81	0,79
O	1,47	1,41	1,35	1,29	1,24	1,19	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,91	0,88	0,84	0,80
P	1,51	1,45	1,38	1,33	1,27	1,22	1,16	1,11	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82

Tableau IV : Durée de remontée jusqu'au premier palier plus temps interpaliers, en minutes

Profondeur du premier palier	Profondeur de remontée																								
	6 m	8 m	10 m	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m	62 m	65 m
sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3 m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6 m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
9 m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
12 m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
15 m					3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6